

Application of UAV Plant Protection Technology in Crop Pest Control

Peng Wang

Qingshen County Agriculture and Rural Affairs Bureau, Meishan, Sichuan, 620460, China

Abstract

As agricultural modernization advances, traditional pest control methods increasingly demonstrate limitations in efficiency, safety, and precision. Drone-based plant protection technology, utilizing low-altitude flight platforms and precision spraying systems, has shown significant advantages in crop disease and pest management. It enables rapid coverage, targeted pesticide application, and optimized resource allocation, demonstrating strong adaptability in complex terrains and large-scale farmland environments. This study examines the fundamental principles and system architecture of drone plant protection technology, analyzes its application models and effectiveness in pest control, and explores key factors affecting operational quality along with optimization strategies. Research findings indicate that drone-based plant protection technology effectively enhances control efficiency, reduces pesticide usage, and drives agricultural production toward intelligent and sustainable development.

Keywords

drone-based plant protection; pest and disease control; precision agriculture; agricultural mechanization; smart agriculture

无人机植保技术在农作物病虫害防治中的应用研究

王鹏

青神县农业农村局, 中国 · 四川 眉山 620460

摘 要

随着农业现代化进程不断推进,传统病虫害防治方式在效率、安全性与精准性方面逐渐显现局限。无人机植保技术依托低空飞行平台与精准喷施系统,在农作物病虫害防控中展现出显著优势。其能够实现快速覆盖、精准施药与资源优化配置,在复杂地形及大面积农田环境中具有良好适应性。本文围绕无人机植保技术的基本原理与系统构成,分析其在农作物病虫害防治中的应用模式与效果,并探讨影响作业质量的关键因素及优化路径。研究表明,无人机植保技术能够有效提升防治效率,降低农药使用量,并推动农业生产向智能化与绿色化方向发展。

关键词

无人机植保; 病虫害防治; 精准农业; 农业机械化; 智能农业

1 引言

农作物病虫害是影响农业产量与品质的重要因素,传统人工喷施与地面机械防治方式在效率与均匀性方面存在不足,难以满足现代农业发展的需求。随着信息技术与航空技术的融合,无人机逐渐应用于农业生产领域,形成以精准作业为特征的植保技术体系。无人机能够在短时间内完成大面积喷施任务,同时通过控制飞行参数与喷施量,实现对农药使用的精细化管理。在农业生产向规模化与集约化发展的背景下,研究无人机植保技术的应用模式与关键技术,对于提升病虫害防控水平具有重要意义。

2 无人机植保技术的原理与系统构成

2.1 无人机植保系统的基本结构

无人机植保系统由飞行平台、喷施系统和控制系统三大核心组成部分构成。飞行平台是整个系统的基础,承担载荷和航行功能,通过动力装置保持稳定的飞行状态,并在作业过程中确保无人机以设定高度和速度运行。喷施系统则包括药箱、喷头和输液装置,负责农药的均匀喷洒。通过精确控制液体流量,喷施系统能够确保药液的均匀分布,提高防治效果。控制系统通过先进的导航与定位技术,实施飞行路径的规划和作业管理,确保无人机按照预定轨迹完成精准喷施任务。各个系统之间的高度协作使得无人机植保技术能够在复杂的作业环境中保持稳定性和高效性。这种集成式设计不仅优化了作业效率,还能够适应不同环境和作物的需求,从而提供更加精准和高效的植保服务。

【作者简介】王鹏(1975-),男,本科,农艺师9级,从事农业技术研究。

2.2 精准喷施技术与作业原理

精准喷施技术是无人机植保作业的核心，依赖于精确的喷头结构与飞行参数调节，以确保农药在作物表面均匀分布。喷施过程中的飞行高度与速度直接影响药液的沉降效果，高度过高或速度过快可能导致药液覆盖不均或飘移，而在适宜的条件下，飞行高度与速度的控制能够确保药液的精准覆盖，达到较高的防治效果。气流扰动也在喷施过程中起到了至关重要的作用，尤其是通过无人机旋翼产生的下洗气流，这种气流能有效增强药液的附着力，帮助药液更好地覆盖作物叶片表面。为了最大化喷施效果，合理设置作业参数是必不可少的，尤其是对飞行参数和喷头设计的优化，能够减少农药的浪费并提升药物的利用率。精准喷施技术不仅提高了作业效率，也确保了农药使用的环境友好性，使得无人机植保在效率和效果上展现出显著优势。

2.3 导航定位与智能控制技术

无人机植保系统的导航定位技术和智能控制系统是实现高精度作业的关键。通过卫星定位系统，无人机能够获取实时飞行位置和速度信息，精准控制飞行路径，确保作业按预定轨迹进行。这种路径规划功能使得无人机在复杂农田环境中进行精准作业，提高了效率，减少了误差。智能控制系统结合预设任务与实时数据反馈，能够自动调整飞行状态和作业参数，确保不同地形条件下的稳定运行。尤其在复杂或崎岖地形中，系统能够根据监测数据自动调整飞行姿态，避免作业失误。此外，系统还能实时监控作业状态，及时调整以确保稳定性和可靠性。导航与智能控制技术的结合，使得无人机植保作业更加智能化和精确，为农业生产提供高效、安全的技术支持。

3 无人机植保技术在病虫害防治中的应用模式

3.1 大田作物病虫害防治应用

无人机在大田作物病虫害防治中的应用，极大提高了防治效率。传统的人工操作不仅费时费力，而且在病虫害爆发初期往往难以及时进行防治。而无人机能够在短时间内完成大面积农田的喷洒任务，有效减少作物损失。无人机可以根据农田的地形、作物类型和气象条件，合理规划航线，确保喷施的均匀性，达到理想的防治效果。尤其是在水稻、小麦和玉米等主要粮食作物中，无人机植保技术得到了广泛应用，能够迅速覆盖整个田地，实现精准喷洒。在高温、湿度较高或复杂地形等环境条件下，无人机也能稳定作业，避免了传统喷施方法因天气和地形变化带来的影响。因此，无人机不仅提高了作物病虫害防治的效率，还能确保防治工作不受环境限制，提升农业生产的整体稳定性和可持续性。

3.2 经济作物精细化防控应用

在经济作物的病虫害防治中，精细化作业是提高防治效果的关键。果园和蔬菜种植区常常面临较高的防控要求，传统的喷洒方式容易导致药液浪费或喷洒不均。无人机植保

技术通过调节喷施参数，使得防治更加精细化。无人机能够根据作物的生长阶段和病虫害的发生规律，灵活调整喷药量、喷洒高度和飞行速度，确保药液能够精准覆盖每一片区域，最大限度地提高防治效果。在果树种植中，无人机可以穿越复杂的地形，通过精确控制飞行轨迹，保证树冠区域得到均匀喷洒，尤其是在树枝繁茂的情况下，传统机械很难高效作业，而无人机能够灵活地进行高效喷施。此外，针对不同作物的特点，无人机还能快速适应作业环境，进行个性化的作业方案调整，从而提升经济作物的病虫害防控水平，确保高效、安全的作物生产。

3.3 复杂地形区域的应用优势

在山区及丘陵等复杂地形区域，传统的农业机械往往无法进入，导致病虫害防治工作面临巨大挑战。无人机植保技术在这种地形条件下具有独特的优势。无人机能够灵活飞行，轻松覆盖难以到达的区域，无需依赖传统道路条件，大大提高了作业的便捷性与效率。与传统机械相比，无人机能够在狭窄、陡峭的地形中自由飞行，精准喷洒药液，从而解决了传统机械无法进入的难题。通过根据地形变化调整飞行高度，确保喷施效果在不同高度下保持稳定，进一步提高了作业质量。无人机还能够在较短的时间内完成作业任务，减少了人工巡查的时间和成本，为偏远地区的农业防控工作提供了有力支持。随着无人机技术的发展，山区和丘陵等复杂地形的病虫害防治水平得到了显著提升，不仅增强了农业生产的可持续性，也为传统农业的现代化转型提供了重要助力。

4 无人机植保作业效果影响因素分析

4.1 气象条件对作业质量的影响

气象条件对无人机植保作业有着显著的影响，特别是风速、温度和湿度等因素，都会直接关系到喷施效果。风速过高时，药液容易发生漂移，导致喷洒区域不均匀，甚至影响周围环境，降低防治效果。为了避免这一问题，作业时应选择风速适宜的天气，确保喷雾能够准确覆盖目标区域。此外，温度和湿度也是影响喷施效果的重要因素。温度较高时，药液挥发速度加快，导致药效降低；而湿度较低时，药液的附着力不足，降低了防治效果。为了最大化药液的利用率，必须对气象条件进行评估，并选择合适的时间窗口进行作业。在气象条件的良好支持下，无人机植保能够更加精准高效地完成防治任务，因此，作业前的气象监测与评估至关重要。

4.2 飞行参数与喷施效果关系

飞行高度与速度对无人机植保作业的喷施效果起着决定性作用。飞行高度过高时，药液的扩散范围增大，但覆盖密度可能不足，从而影响喷施的均匀性和效果。反之，飞行高度过低则可能影响作业效率，增加药液的使用量，且难以确保覆盖全区域。因此，合理设置飞行高度非常关键，需要

根据作物的高度、作业区域的大小及喷施需求来确定最合适的飞行高度。同时，飞行速度也直接影响喷施均匀性。速度过快时，药液可能无法均匀分布，影响药效；而飞行速度过慢则会影响作业效率，增加作业时间。在实际操作中，必须根据作物类型、环境条件以及喷洒要求来调整飞行参数，以确保喷施效果达到最佳状态。合理的飞行参数设置不仅能提高喷施均匀性，还能有效提高作业效率，是保障作业质量的核心因素。

4.3 农药特性与作业匹配问题

不同类型的农药具有各自不同的理化特性，这些特性决定了其在喷施过程中的表现。部分农药需要较高的附着力，以确保药液在作物表面停留更长时间，增强防治效果；而另一些农药则更注重渗透性，要求药液能够快速渗透到植物内部。无人机植保系统在选择喷头与喷施方式时，需要根据农药的特性进行匹配，以确保其发挥最佳效果。例如，针对需要高附着力的农药，应选择能够增加药液附着性的喷头，而对于要求渗透性的农药，则应选用细雾喷头来提高药液的渗透性。此外，药液的浓度与配比也是影响防治效果的重要因素。药液浓度过高或过低都可能影响药效，并造成不必要的浪费。通过科学配置农药浓度和配比，可以提高防治效果并减少资源浪费。因此，农药的理化特性与设备的匹配是实现精准防控的关键环节，科学的选择与配置能够大大提升无人机植保的防治效果。

5 无人机植保技术的优化路径与发展方向

5.1 作业标准化与技术规范完善

无人机植保技术的广泛应用要求建立统一的作业标准和技术规范，以确保作业质量和效果。通过规范化操作流程，能够为不同地区提供参考依据，使技术应用更具统一性和标准化。明确参数设置与操作要求，能够减少人为操作的误差，从而提高病虫害防治的准确性和防治效果。例如，规范化的飞行高度、喷洒速度、喷药量等参数，能够确保作业的一致性和精确性，避免不必要的资源浪费。在标准化建设的基础上，植保作业的实施可以更加高效和安全，从而推动无人机植保技术在农业生产中的普及与推广。作业标准的建立不仅有助于技术的普及，也为行业监管与技术培训提供了清晰的框架，进一步提升了无人机植保技术的可靠性与效果。

5.2 智能化技术融合与系统升级

随着人工智能与大数据技术的发展，无人机植保系统正逐渐向智能化方向演进，通过技术融合推动效率的提升。智能化技术使得无人机能够在作业中进行数据分析，实时监测作物生长状态与病虫害发生情况，进而实现精准防控与病虫害预测。通过数据分析与模型算法，智能系统可以自动调整作业方案，根据不同的作物种类、地理环境和病虫害类型，

优化喷洒方案。这种自动化与智能化的结合，能够极大地提高资源利用效率，减少不必要的资源浪费。例如，系统可根据环境实时变化自动调整喷药量，确保作业更加精细和高效。通过智能化的技术升级，无人机植保将不再仅限于作业的执行层面，而将向更高效、更精准的管理层次发展，推动农业生产方式的全面升级。

5.3 绿色防控与可持续发展策略

绿色防控是现代农业发展的重要方向，特别是在环境保护和可持续发展日益受到重视的今天，无人机植保技术提供了一个实现绿色防控的有效手段。传统农业中，过量使用农药不仅对环境造成污染，还可能影响农作物的健康。而无人机植保技术能够通过精准施药，减少农药的使用量，降低对土壤和水源的污染风险。精准喷洒技术确保了农药只作用于病虫害区域，避免了广泛撒播带来的环境负担。未来，结合生物防治与生态调控技术，进一步减少化学农药的依赖，提升生态友好型防控效果。例如，通过与自然捕食者共生的方式结合，无人机可以辅助监控和释放有益生物，帮助控制害虫数量。绿色防控策略的融入，将使农业生产更加环保、可持续，有助于实现长期农业发展的目标，同时也能够保护自然资源和生态系统，推动农业生态文明建设。

6 结语

无人机植保技术在农作物病虫害防治中展现出显著的优势，通过精准喷施和高效作业，不仅提高了防控效率，还优化了资源利用。与传统植保方式相比，无人机能够在短时间内完成大面积农田的喷洒作业，减少了人工成本和药物浪费。此外，无人机在不同作物和复杂环境中的应用表现出较好的适应性，能够精确识别病虫害发生区域，提供更为精细的防治方案。随着技术的不断进步，无人机植保将在智能农业中发挥越来越重要的作用，推动农业生产向精准化、智能化转型。在未来的应用实践中，完善相关技术体系并推广其应用，将有效提升农业生产的质量和效益，为现代农业可持续发展提供重要支撑。

参考文献

- [1] 段丽红.内蒙古杭锦旗植保无人机在农作物病虫害防治中的应用[J].农业工程技术,2025,45(31):62-63.
- [2] 蒋小波.植保无人机在水稻病虫害防治应用中的对策研究[J].农业灾害研究,2024,14(05):22-24.
- [3] 朱超.农用无人机技术在农作物病虫害防治中的应用[J].村委主任,2024,(02):215-217.
- [4] 杨荣荣.无人机植保技术在玉米病虫害防治中的推广应用[J].中国农机装备,2023,(12):59-61.
- [5] 翟宝安.无人机技术在农作物病虫害防治中的运用研究[J].农业开发与装备,2020,(08):132+135